

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСТЕЧЕНИЯ ГАЗА ИЗ Т-ОБРАЗНОГО НАКОНЕЧНИКА

Лозбенева А.Д., Лошкарев А.Н.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

Объектом для исследования являлась изотермическая модель горелочного устройства с Т-образным выходным наконечником и съемными, подвижными лопаточными завихрителями. Исследование было решено проводить методом компьютерного моделирования с использованием САПР SolidWorks. Исследования проводились при различных вариантах взаимного расположения завихрителей относительно выходного отверстия.

Ключевые слова: горелочное устройство, моделирование, Т-образный наконечник, завихритель, SolidWorks.

The object of this study was to model isothermal burner device with a T-shaped outlet nozzle and removable mobile scapular swirlers. Study, it was decided to make use of computer modeling using CAD software SolidWorks. The studies were conducted at different relative positions with respect to the outlet swirlers.

Keywords: burning device, modeling, L-shaped tip, swirl, SolidWorks.

Одной из основных систем теплового агрегата является система отопления, правильность выбора которой в значительной степени определяет соблюдение технологии, удобство эксплуатации, безопасность, экономичность работы агрегата и сохранение чистоты воздушного бассейна. Основной элемент системы отопления – горелочные устройства. Одним из способов интенсификации и оптимизации процессов горения топлива является установка в топливосжигающих устройствах завихрителя воздуха. Зачастую при конструировании запальных горелок требуется выдать факел под углом к оси основной горелки, для обеспечения ее устойчивого и надежного розжига. Это может быть реализовано при использовании Г-образного наконечника, как было показано в предыдущих исследованиях [1]. В нашем случае используется Т-образный наконечник, когда из общего сопла вытекают два встречных соударяющихся потока. Объектом для исследования являлась изотермическая модель горелочного устройства с Т-образным выходным наконечником и съемными подвижными лопаточными завихрителями. Целью данной работы являлась оценка влияния взаимного расположения завихрителей относительно друг друга и выходного наконечника на отклонение вытекающего потока от оси сопла.

Исследование было решено проводить методом компьютерного моделирования с использованием САПР SolidWorks, а именно с помощью модуля Flow Simulation. Продукт Flow Simulation – удобный инструмент для оценки гидродинамических и тепловых процессов. Продукт базируется на принципе использования расчетной прямоугольной сетки, пересекающей произвольным образом поверхность модели, созданной в системе графического проектирования. Использование такого подхода обеспечивает

преимущества такой технологии – универсальность, надежность, простота использования [2]. Flow Simulation имеет ряд особенностей: имеет единую среду проектирования; работает с 3D моделями; решает различные задачи (стационарные и нестационарные; сжимаемые и несжимаемые среды, до-, транс- и сверхзвуковые, ламинарные, турбулентные и переходные течения; учет неньютоновских жидкостей, шероховатости стенок, свободной, вынужденной или смешанной конвекции и многие другие); имеет возможность задавать разнообразные граничные условия (скорость, давление, массовый и объемный расход; температура, примеси, турбулентность); имеет средства управления расчетной сеткой и управления результатами; имеет средства визуализации результатов. Исходя из особенностей и преимуществ этого продукта именно он и был выбран для решения поставленных задач. Для проведения моделирования была создана 3D модель объекта.

Спроектированная модель предусматривает наличие съемных подвижных завихрителей, что позволяет менять их взаимное расположение. Исследования проводились при различных вариантах взаимного расположения завихрителей относительно выходного отверстия. Так, были смоделированы варианты, когда завихritели имеют различное и одинаковое направления крутки, разные расстояния заглубления завихрителей в корпус модели, кроме того, моделировались варианты с Г-образным наконечником и вариант при наличии в конструкции трубы для создания кольцевого движения потока. Модель для компьютерного моделирования представлена на рис. 1.

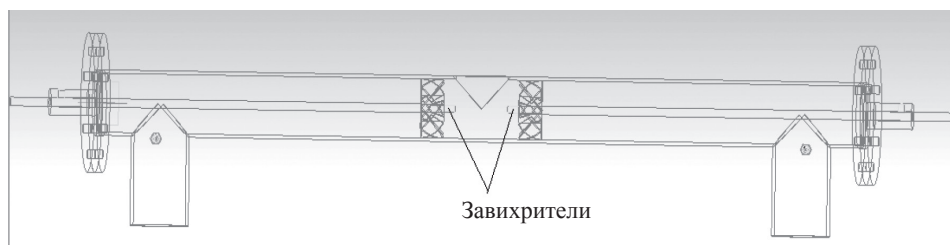


Рис. 1. Модель

Лопаточный завихritель в горелке имеет конструкцию, представленную на рис. 2.

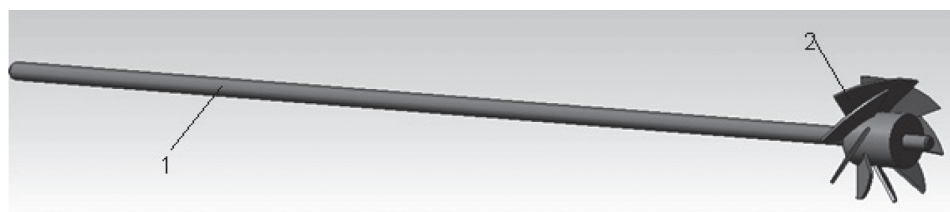


Рис. 2. Лопаточный завихritель:
1 – шток; 2 – лопатка

Для компьютерного моделирования использовалась модель слабосжимаемой жидкости, которая позволяет рассчитывать стационарное дозвуковое течение газа при любых изменениях плотности. Моделирующей средой для исследования является воздух, начальные условия – давление окружающей среды 101 325 Па, температура – 293,2 К; для поставленной задачи задавались граничные условия во входных сечениях подводящих патрубков – общий расход воздуха 80 м³/ч (по 40 м³/ч в левую и правую ветвь). В модуле Flow Simulation возможно решение двух задач – внутренней (в трубах и каналах) и внешней (обтекание тел). Внешними задачами считаются те, в которых тело помещено в поток текучей среды (например, обтекания здания, автомобиля, крыла, подводной лодки и.д.). При этом внешней средой считается пространство, ограниченное расчетной областью. Внутренние задачи рассматриваются в случае нахождения текучей среды внутри тела. В нашем случае используется внешняя задача. После построения модели, задания начальных и граничных условий идет этап расчета. Результаты компьютерного моделирования, получаемые в графическом виде, дополнительно обрабатываются, для определения угла отклонения потока в продольном и поперечном сечении (относительно оси выходного отверстия модели). Так, например, для варианта модели с двумя завихрителями, имеющими одно направление крутки – по часовой стрелке, результат компьютерного моделирования представлен на рис. 4 в продольном сечении, на рис. 5 – в поперечном сечении.

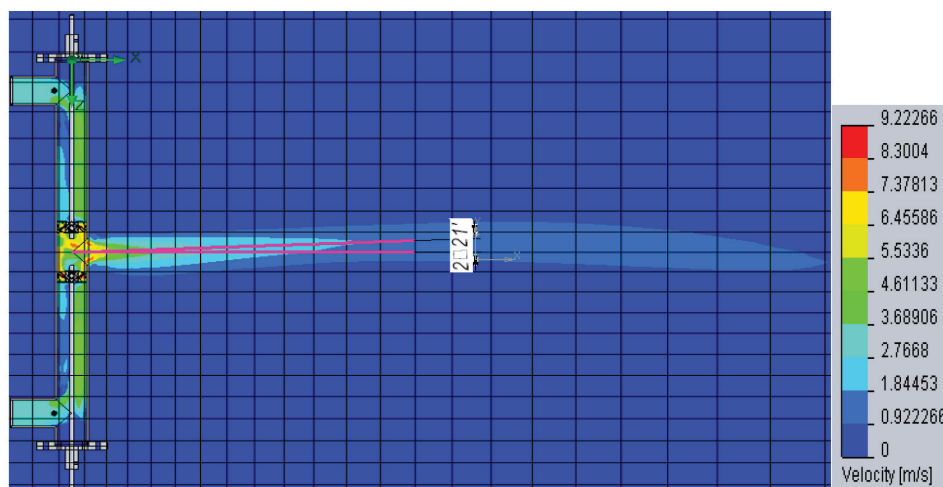


Рис. 4. Распределение скоростей и угол отклонения потока от оси модели в продольном сечении

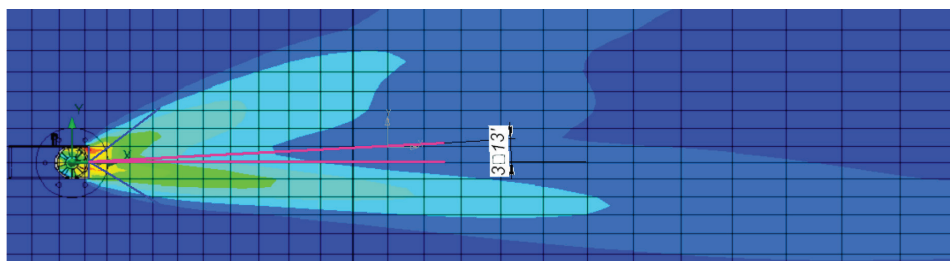


Рис. 5. Распределение скоростей и угол отклонения потока от оси модели в поперечном сечении

Полученные углы отклонения от оси модели и поля скоростей будут использоваться для дальнейших исследований и анализа полученных результатов. Планируется сравнить результаты компьютерного моделирования с результатами физического эксперимента, проведенного в ОАО «ВНИИМТ».

В ОАО «ВНИИМТ» был сконструирован экспериментальный стенд для проведения физического моделирования. Модель для физического эксперимента имеет конструкцию, представленную на рис. 6.

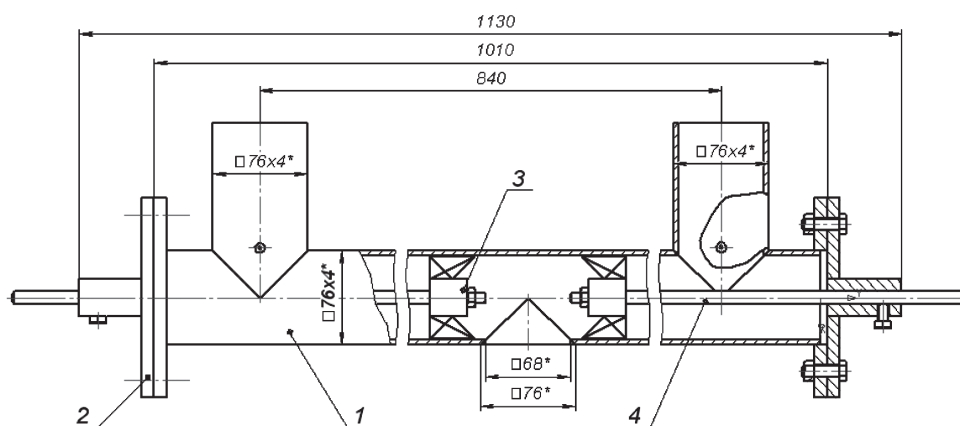


Рис. 6. Конструкция физической модели:
1 – корпус, 2– опорные фланцы, 3 – завихритель, 4 – шток

Схема подвода воздуха к экспериментальному стенду, разработанному во «ВНИИМТ», представлена на рис. 7. Воздух подается по двум гибким рукавам к ветвям, расход воздуха контролируется с помощью заслонок и по давлению в подводящих патрубках.

При физическом моделировании для получения полей скоростей использовалась пневмометрическая трубка на штативе и микроманометр. Для визуализации процесса истечения потока газа использовались дымовые шашки

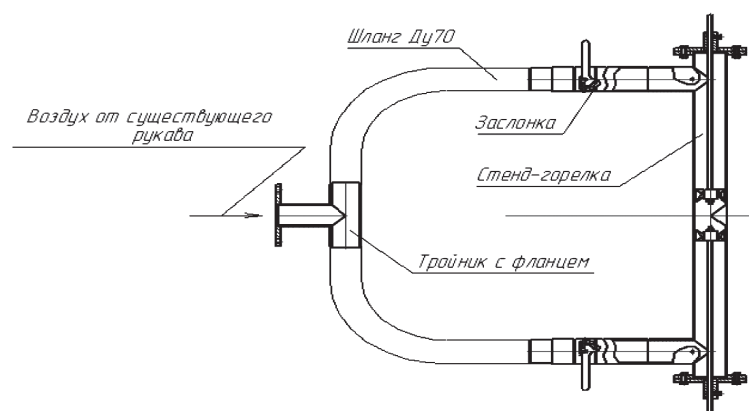


Рис. 7. Схема подвода воздуха к экспериментальному стенду



Рис. 8. Визуализация физического эксперимента

и легкие нити. На рис. 8 представлена фотография процесса физического эксперимента с использованием дымовой шашки.

Сейчас ведется работа по сбору и анализу результатов компьютерного и физического моделирования. В дальнейшем предусмотрено сравнение двух методов, получение графиков зависимости угла отклонения от различных вариаций положения завихрителя в корпусе модели. Планируется в отдельных вариантах уменьшить расчетную сетку для получения более точных и правильных результатов.

Список использованных источников

1. Винтовкин А.А., Удилов В. М. Горелочные устройства обжиговых агрегатов металлургического производства. – Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение, 1991. – 336 с.
2. Арсеев А. В. и др. Опытные характеристики работы промышленных горелок. Теория и практика сжигания газа. – Л.: Недра. 1972. – С. 191–211.
3. Алямовский А.А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. – Спб.: БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.